

Klimatilpasset projektering



Oversvømmelse i Aalborg. *COWI*



Forord

Vi har i de sidste par år set en række ændringer af de klimatiske forhold i Danmark. De synlige effekter har været en kraftig forøgelse og koncentration af nedbøren, der har skabt store gener og skader i hele Danmark, herunder voldsomme regnvejr i København den seneste sommer og kraftigt snefald i hele landet i de seneste år. Det er en almindeligt anerkendt ekspertvurdering, at de ændrede nedbørs-mønstre vil fortsætte – men omkostningerne ved det voldsomme vejrlig kan forebygges og minimeres. Det handler guiden ”Klimatilpasset projektering” om.

Skaderne ved oversvømmelsen d. 2. juli 2011 i København er opgjort til over 5 mia. kr. i erstatninger, og oversvømmelsen i København i sommeren 2010 kostede ca. 1 mia. kr. Det kraftige og vedvarende snefald i flere vintre har medført, at en række tage er kollapsede på grund af snetrykket og manglende bygningsvedligeholdelse. Endvidere er der i nogle områder observeret stigende grundvandsspejl, der kan medføre sætninger og skade bæreevnen på vejene. Der forventes endvidere perioder med kraftigere vinde, nye stormmønstre, temperaturændringer og stigninger i havvandspejlet.

Som rådgivende ingeniører har vi et ansvar for at medvirke til at mindske de skader, der vil komme som følge af voldsomt vejr, og tage højde for klimaændringerne i de byggerier og anlæg, vi er involveret i.

De bygge- og anlægsprojekter, der gennemføres lige nu, forventes at skulle have en levetid på 50, 100 eller måske langt over 100 år. Derfor er det vigtigt, at der ved planlægningen allerede nu tages højde

for de forventede klimatiske ændringer, således at bygningerne og deres nære omgivelser er tilpasset en ændret fremtid.

Vi kan ikke sige, at vi ikke kender risikoen. Vi har indsigt i både de gennemsnitlige risici og ikke mindst konsekvenserne af ekstremesituationer. Som rådgivende ingeniører skal vi på effektiv vis tage ansvaret for at sikre værdier ved ethvert projekt, vi er involveret i.

Derfor har vi udarbejdet denne simple guide, ”Klimatilpasset projektering”, som huskeliste over de forhold, der skal tages hensyn til som følge af klimaændringerne. Guiden omfatter ikke konkrete dimensioneringskriterier eller andre direkte værdier for projektering eller påvirkninger, idet disse værdier findes i forskellige offentlige eller brancheinitierede regler, regulativer eller anbefalinger, der løbende opdateres i forhold til bedste viden.

Guiden udstikker praktiske retningslinjer og gode råd for, hvordan rådgivende ingeniører kan gøre deres projekter robuste over for det ændrede klima ud fra den viden, vi har i dag.

Formål

Guiden ”Klimatilpasset projektering” skal medvirke til, at der i fremtidens bygge- og anlægsprojekter tages hensyn til de kommende klimaforhold og derved sikrer projektets robusthed. Således kan medlemsvirksohederne i Foreningen af Rådgivende Ingeniører (FRI) tage fornødent hensyn til klimatilpasninger i planlægnings- og projekteringsopgaver, minimere risici for skader og værditab samt erstatningsansvar.

Indledning

Energi-, miljø- & klimaudvalget i FRI har besluttet nedsætte en task force (med deltagelse fra FRI’s fagudvalg: Energi-, miljø- & klimaudvalget, Infrastrukturudvalget og Byggeriudvalget) for at udarbejde en guideline for klimatilpassede projekteringer. Det er hensigten, at denne guide skal opdateres løbende.

Målgruppen er specielt FRI’s små og mellemstore medlemsvirksoheder. Guiden kan også med fordel benyttes af de større medlemsvirksoheder samt af bygherrer og bygherrerådgivere.

Guiden omhandler alene klimatilpasninger og ikke klimagasreduktioner. Den er udarbejdet for danske forhold og dermed ud fra danske love, regler og kriterier, men kan være inspirationsgrundlag for globalt virke. Guiden kan med variationer benyttes uafhængigt af alle sektorer: Byggeri, transportinfrastruktur, forsyningsinfrastruktur eller natur- og landbrugsprojekter.

Guidens opbygning

”Klimatilpasset projektering” er en opstilling af relevante emner, der skal tages stilling til ved klimatilpasset projektering.

Bygherren inddrages tidligt for at fastlæggelse af klimatilpasningshensyn. De kritiske projektforhold identificeres og anlæggenes værdier fastlægges. De konkrete forhold opgøres i en behovsafklaring af klimatilpasningsbehovet før projektplanlægning. Risikovurdering gennemføres i en efterfølgende projekteringsfase. Endeligt præsenteres cases, der illustrerer emnet: ”Klimatilpasset projektering”.

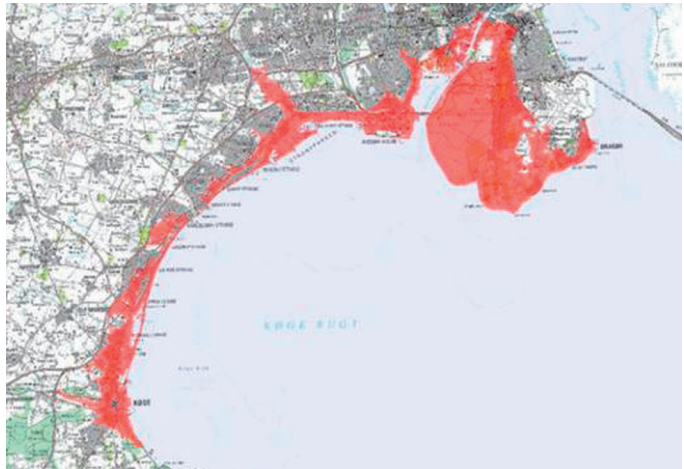
- Bygherreafklaring
- Identifikation af kritiske projektforhold
- Konkrete forhold
- Virkemidler og risikovurdering
- Cases

Gældende normer

Klimatilpasset projektering skal understøtte, at man sikrer, at relevante normer benyttes i projekteringen. Man skal forholde sig kritisk til normernes værdi i forhold til det konkrete projekt og eventuelt tilpasse dem i forhold hertil. Der er ikke fastlagt dimensioneringskriterier eller projekteringsforhold i nærværende guide. Disse kriterier findes i forskellige offentlige eller brancheinitierede reglementer, regulativer eller anbefalinger, der løbende opdateres i forhold til den nyeste viden.

Oversvømmelser på Amager ved højvande i 2050 ved en 50-års-hændelse.

*Klimatilpasning.dk
- havvand på land*



Grundlag for klimatilpasset projektering

Grundlaget for klimatilpasset projektering skal være et passende scenarie for klimaforandringer, eksempelvis fra www.klimatilpasning.dk eller anden statsautoriseret beslutning om relevante scenarier. Der bør arbejdes med de nuværende dimensioneringskriterier samt kommende kriterier både på kort sigt (10 år) og på lang sigt (100 år) for at sikre tidlig og korrekt håndtering af forhold i relation til en tidlig defineret risiko. Scenariernes statistiske værdier indeholder en betydelig usikkerhed og skal om muligt også angives med maksimale kritiske værdier som dimensioneringsgrundlag.

Proces

Bygherreafklaring

I de allertidligste faser af et givent projekt skal følgende punkter afklares med bygherren (eller bygherrerådgiveren) som grundlag for en afklaring af behovet for klimatilpasset projektering. Emnet håndteres på bygherrens strategiske beslutningsniveau. Alle emner handler om **bygherrens forudsætninger og visioner** og er ikke et udtryk for vurderinger af hensyn til projektering.

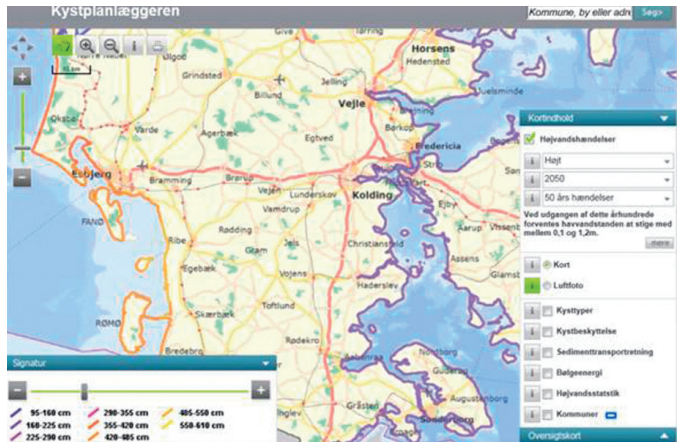
Emne	Relevant spørgsmål
Bygherrens holdninger	<ul style="list-style-type: none">• Bliver bygherrens aktiviteter påvirket af klimaændringer?• Er der strategiske handlemuligheder i forhold til disse påvirkninger?• Er der økonomiske handlemuligheder?
Bygherrens strategi og politik	<ul style="list-style-type: none">• Hvilke forventede konsekvenser af klimaændringer er der?• Hvad er konsekvenserne af ikke at handle?• Hvad er de mulige langsigtede strategiske mål som kan opnås som følge af klimatilpasning?
Bygherrens kritiske forhold	<ul style="list-style-type: none">• Hvilke kritiske funktioner er der i projektet?• Hvilke projektemner har høj værdi og skal håndteres?• Hvilke emner har lav værdi og kan håndteres mere lempeligt?
Bygherrens vurderinger af effekt og værdi af tiltag	<ul style="list-style-type: none">• Hvad er værdien af at gennemføre klimatilpasninger?• Hvad er risikoen ved manglende klimatilpasning?• Hvad er de kosteffektive klimatilpasninger?
Bygherrens konklusioner	<ul style="list-style-type: none">• Hvad er bygherrens behov for klimatilpasset projektering?• Hvad er bygherrens ønskede behov for klimatilpasningsmetoder?
Bygherrens besluttede behov for inddragelse af klimatilpasset projektering	<ul style="list-style-type: none">• Hvordan integreres de besluttede klimatilpasninger i projektet?• Er klimatilpasningerne relevante for at opnå den nødvendige myndighedsgodkendelse?

Identifikation af kritiske projektf forhold

Her tages stilling til projektets kritiske elementer, som f.eks. tilgrundliggende forsynings- eller transportinfrastruktur, lokal placering i forhold til klimaændringer, andre bygherrens anlægsforhold samt værdiurderinger i forhold til ødelæggel-

ser af dele eller hele anlægget/byggeriet samt salgs- og produktionstab. Nedenstående emner screenses for konkret grundlæggende forhold om de enkelte emner. Der fastlægges *kritiske forhold i det konkrete projekt*.

Havvandsstigning i Sønderjylland i 2050 ved en 50-års-hændelse.
Klimatilpasning.dk, Kystplanlæggeren



Klimascenarie	<ul style="list-style-type: none"> • Hvilket klimascenarie forventes: Statsligt besluttet scenarie og ekstremværdier? • Hvordan er de lokale forhold ved dette scenarie? • Hvor stor er usikkerheden?
Love og regler	<ul style="list-style-type: none"> • Hvilke krav er der i bygningsreglementet? • Hvilke energikrav er der til projektet? • Er der servitutter eller deklamationer, der skal sikres? • Hvilke relevante dimensionerings- og konstruktionskriterier opfylder de forventede påvirkninger?
Planer	<ul style="list-style-type: none"> • Hvilke lokalplankrav skal projektet opfylde? • Hvilke bindinger er der for projektet i den strategiske energiplan? • Stiller vand- eller naturplaner særlige krav til projektet? • Er der forudsætninger i den kommunale handleplan for klimatilpasninger i området?
Geografisk placering	<ul style="list-style-type: none"> • Er området kunstigt etableret eller naturligt? • Hvad er den aktuelle arealanvendelse? • Er der tale om højværdiarealer, der skal bevares, eller lavværdiarealer, der kan accepteres at blive klimapåvirket?
Levetidsforhold	<ul style="list-style-type: none"> • Hvad er projektets tidsperspektiv? • Hvilke vedligeholdelseskrav er der til projektet? • Er der særlige driftsforhold for projektet?
Infrastruktur-forhold	<ul style="list-style-type: none"> • Er transportinfrastrukturen tilstrækkelig? • Er forsyningsinfrastrukturen tilstrækkelig? • Er der nærliggende anlæg/bygninger med gensidige påvirkningsmuligheder?
Værdifast-sættelser	<ul style="list-style-type: none"> • Hvad er eksisterende anlægs anskaffelsesværdi? • Kan eksisterende anlæg klimasikres? • Hvad er salgs- og produktionsværdien? • Hvilke totale vedligeholdelsesomkostninger er der? • Hvad er værdien af anlæggets geografiske placering? • Hvilke kritiske funktioner skal værdisættes? • Skal eksisterende anlæg alternativt erstattes?
Økonomiske vurderinger	<ul style="list-style-type: none"> • Hvad er projektets levetidsomkostninger? • Hvad er projektets totaløkonomi? • Hvilke salgs- eller udlejetab er der i projektet? • Hvad er værdi af produktions- eller driftstab?
Konklusion på kritiske forhold, der kræver klimatilpasset projektering	<ul style="list-style-type: none"> • Hvilken projektrelevans har klimatilpassningsbehovet? • Hvilke projektkritiske forhold skal adresseres konkret? • Hvilke mulige afværgetiltag kan foreslås? • Hvilke alternative tiltag kan foreslås? • Hvilke økonomiske konsekvenser har beslutningerne?

Konkrete forhold

I dette afsnit gennemgås vurderingen af de enkelte klimaemner og deres potentielle påvirkning af det konkrete projekt.

Klimaændringer kan på forskellig vis og med forskellig vægt påvirke henholdsvis bygninger, infrastruktur og det åbne lands anlæg, herunder aktuel geografi, vandforhold af enhver slags i området, klimatiske forhold i området samt andre faglige forhold. Vurderingen skal gennemføres afhængigt af den faktiske sektors forhold. Listen er ikke udtømmende, og der gennemføres en konkretisering af de aktuelle forhold.

Klimapåvirkningernes kritiske konsekvenser for det aktuelle projekt fastlægges i forhold til omfang, værdi og hyppighed, og vurderes herefter i en overordnet risi-

koprofil for kritiske forhold i projektet. Ud fra bygherrens acceptniveau af konsekvenser for udnyttelsesmuligheder af anlæg, vurderet ud fra levetidsforventninger, økonomiske værdiforhold og mulige afværgetiltag, opstilles herefter et samlet acceptniveau for projektets påvirkninger.

Risikoniveau og acceptgrænser resulterer i en behovsafklaring for klimatilpasset projektering. Den samlede behovsafklaring bør tage udgangspunkt i levetid og totaløkonomiske vurderinger, hvorved klimatilpasningselementer kan inddrages i rette tid. Der afsluttes med en behovsafklaring af klimatilpasningsbehovet for den konkrete situation, og herefter kan projekteringsplanlægningen afgrænses.



Klimatilpasning i Aarhus, *Alectia*

Emner	Identificerede påvirkningselementer	Risikoniveau	Konsekvens	Behov for at klimatilpasse
Havvand-stand	<ul style="list-style-type: none"> • Medfører havvand særlige skader? • Hvad er hyppighed for oversvømmelsesrisici? • Hvilket højdeniveau har oversvømmelsen? • Hvilke anlæg/bygninger er placeret kritisk? 			
Overfladevand	<ul style="list-style-type: none"> • Hvad er hyppighed for oversvømmelser? • Hvilket højdeniveau har oversvømmelsen? • Hvordan håndteres regnvandsmængder? • Hvor opstår der opstuvninger? • Er der risiko for indtrængende kloakvand? • Er der risiko for oversvømmelser inde i bygninger? 			
Grundvand	<ul style="list-style-type: none"> • Hvad er hyppighed for oversvømmelser? • Hvilket højdeniveau har oversvømmelsen? • Medfører grundvandstryk opdrift eller indsvivning? • Medfører ændret grundvandstand sætninger? 			
Temperatur	<ul style="list-style-type: none"> • Vil der forekomme tørkeskader? • Vil der opstå fugtskader? • Vil der forekomme frostskeader? • Er der årstidsvariationer? 			
Vind	<ul style="list-style-type: none"> • Opstår der ustabilitet? • Er der kritisk eksponering. • Skal der sikres læforhold? 			
Sne/frost	<ul style="list-style-type: none"> • Er relevante anlæg i frostfri dybde? • Kan der forekomme kritisk snelast? 			
Sol	<ul style="list-style-type: none"> • Er der kritisk solindfald grundet anlæggets placering? • Er der uhensigtsmæssig skygge? • Kan der forekomme nedbrydning som følge af UV-stråling? 			

Virkemidler

For at sikre et ordentligt beredskab og for at forhindre/forebygge skader og deres omfang kan man eventuelt gennemføre:

Vand

- Strategiske oversvømmelser
- Klimabetinget ekspropriation
- Ændret bygnings- og anlægskonstruktion

Overfladevand

- Regnvandsafledning, kloakforøgelse eller separatkloakering
- Lokal afledning eller udnyttelse af regnvand (LAR/LUR)
- Forsinkelse i ådale, kunstige søer eller bassiner
- Inddigning
- Afværgepumpning
- Grønne tage som forsinkelse (lastberegning og nedsving vurderes)
- Vandlås på kloakvand

Havvandsstand

- Sluser og højvandslukker
- Diger, nye eller renovering
- Afledning eller pumpning

Grundvand

- Højvandslukkeslukker
- Omfangsdræn
- Afværgepumpning

Temperatur

- Fugttålende materialer
- Tørketålende materialer
- Klimaskærms udformning
- Indeklima

Vind

- Konstruktion, vindpres
- Klimaskærms stabilitet
- Læforanstaltning

Sne/frost

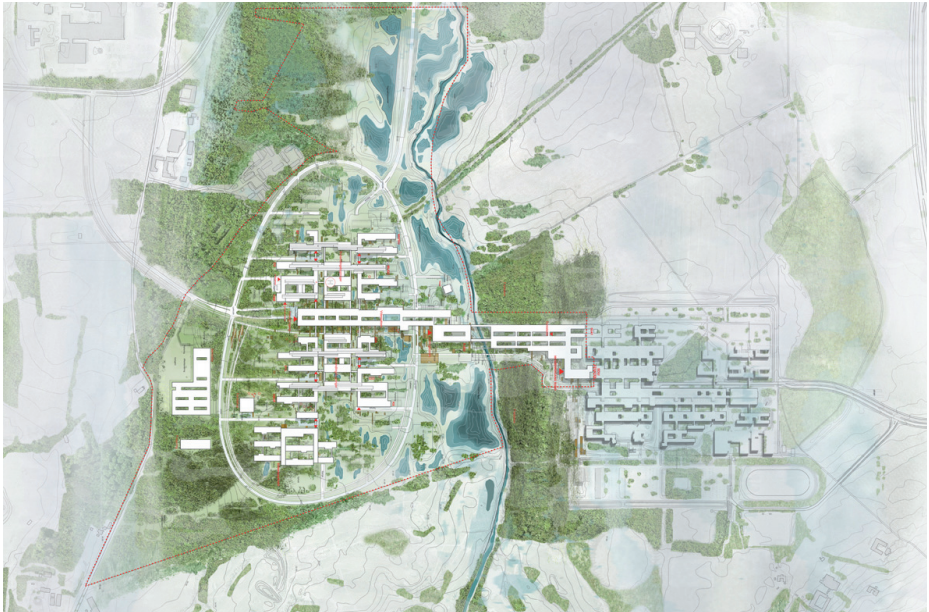
- Konstruktion og snelast
- Klimaskærm udformning
- Læforanstaltning

Sol

- UV-holdbar klimaskærm
- Udnyttelse af solceller, -energi, -fanger

Risikovurdering

En egentlig konkret risikovurdering som grundlag for projekteringen er den indledende del af selve projekteringen. Denne opgave indgår ikke i nærværende guide, men eksemplificeres nedenfor i relevante udvalgte cases.



Byplantegning over det kommende Odense Universitetshospital. *EKJ*

CASE:

Odense Universitetshospital, en ny samlet byplanlægning

Håndtering af nedbør fra det nye hospital baseres på en bæredygtig løsning: Lokal afledning af regnvand (LAR), der omfatter en kombination af regnvandsbassiner, grønne tage, temporære vandløb og nedsivning.



Novo Nordisk nye hovedkvarter. *BMT Højgaard, Henning Larsen Architects, Alectia A/S og SLA*

CASE:

Novo Nordisk nye domicil

Novos nye hovedkvarter til 1.100 medarbejdere skabes på tidligere industrigrund, og giver industrikvarteret et nyt grønt område. Man har valgt at aflede regnvandet på alternative måder, herunder forsinkelse af regnvand i tank, der også gør det muligt at genbruge regnvand til nødvendig kunstvanding af grønne områder. Det grønne område som omgiver byggeriet, er tilpasset, således at overfladevand ved ekstremregn vil kunne håndteres i terrænet uden at oversvømme vitale funktioner.



Simulering af oversvømmelser inden for Ringgaden i Aarhus midtby ved havvandstand kote 2,5 meter over havets overflade. *ALECTIA*

CASE:

Aarhus Å klimatilpasses med kæmpe pumpe og sluse

Aarhus Kommune har godkendt et projekt, der skal sikre Aarhus bycentrum mod oversvømmelser i fremtiden. Risikoen for oversvømmelser blev synliggjort ved højvande i 2007. Projektet til 44 mio. kr. omfatter højvandssluse og Danmarks største pumpestation på 18 m³/s, der sikrer mod at åen går over sine bredder, når slusen lukker grundet højvande.



Kilde: Svendborg Kommunes hjemmeside

CASE:

Byggemodning af "Tankefuld" i Svendborg kommune

Svendborg Kommune har med byggemodning af lokalområdet "Tankefuld" sat fokus på et bæredygtigt og klimatilpasset byområde. I lokalplanen stilles der krav til blandt andet bæredygtig energi, transport, bæredygtige materialer, krav om grønne tage og at al regnvand skal håndteres lokalt i det rekreative miljø; og dermed nye standarder for byrum, bæredygtighed og klimatilpasning i Danmark.

Referencer:

CASE:

Odense Universitetshospital, en ny samlet bydel med LAR, Bygherre: Region Syd. Totalrådgiverkonsortiet Medic OUH: KHR Arkitekter A/S, White Arkitekter A/S og AB, Dall & Lindhartsen A/S, EKJ rådgivende ingeniører A/S, WSP Sverige AB og Oluf Jørgensen Jensen A/S, Schønher A/S med Viatrafik, Lofert & Lofert A/S og Balslev A/S

CASE:

Aarhus Å klimatilpasses med kæmpe pumpe og sluse. Bygherre: Aarhus Kommune. Alectia 2012

CASE:

Novo Nordisk nye domicil, bygherre
Novo Nordisk. Alectia 2012

CASE:

Lokalplan for ”Tankefuld” byggemodning, bygherre Svendborg Kommune.
Rådgiver Grontmij 2012



FORENINGEN AF RÅDGIVENDE INGENIØRER, FRI

Sundkrogskaj 20
2100 København Ø

T: 35 25 37 37

F: 35 25 37 38

E: fri@frinet.dk

W: www.frinet.dk